

# Evolution de la température corporelle de la Musaraigne aquatique (*Neomys fodiens*) dans l'eau

par

Jean-Pierre LARDET \*

avec 1 figure

## ABSTRACT

**Evolution of the body temperature of the European Water shrew (*Neomys fodiens*) in water.** — Rectal temperatures ( $T_b$ ) of 4 water shrews (*Neomys fodiens*) were measured while animals were active in water at temperatures ( $T_w$ ) of 5, 12 and 19° C. The decrease of  $T_b$  depends of  $T_w$  and duration of immersion. The rate of  $T_b$  diminution is 0.8° C/min at  $T_w = 5^\circ$  C and 0.5° C/min at  $T_w = 19^\circ$  C. Supposed increased costs of foraging activities in cold water, correleated with thermoregulation problems, could explain the “disappearance” of water shrews in winter, from their normal home range, as revealed by many authors.

## INTRODUCTION

Dans plusieurs groupes de Mammifères (Insectivores, Rongeurs, Carnivores), certaines espèces se distinguent des autres par leurs activités aquatiques. Cela n'est pas sans conséquences sur, notamment, leur température corporelle. En effet, l'eau est meilleure conductrice de la chaleur que l'air et donc la conductance (mesure des pertes de chaleur, MCNAB, 1980) d'un animal homéotherme immergé y est plus élevée. Ainsi, la température corporelle du rat musqué (*Ondatra zibethicus*; MACARTHUR, 1984) et du Rongeur australien *Hydromys chrysogaster* (DAWSON & FANNING, 1981) diminue rapidement lorsqu'ils sont immergés. De même, WILLIAMS (1986) montre que si le vison (*Mustela vison*) peut maintenir sa température corporelle lorsqu'il est au repos dans l'eau, celle-ci décroît dès qu'il doit nager, cela d'autant plus que l'effort est intense et que la durée d'immersion est longue.

\* Institut de Zoologie et d'Ecologie animale, Université de Lausanne, 1015 Lausanne.

Chez les musaraignes (Insectivores de la famille des Soricidés), on trouve quelques espèces dont le comportement semi-aquatique les distingue des autres espèces. De plus, leur petite taille en fait les plus petits plongeurs homéothermes: *Neomys fodiens* et *N. anomalus* en Eurasie et *Sorex palustris* en Amérique du Nord. L'étude des effets de l'immersion sur leur température corporelle est donc intéressante, car les données sur leur thermorégulation sont peu nombreuses, alors même que leur faible poids, en présentant une petite inertie face aux pertes de chaleur, les distinguent des autres espèces semi-aquatiques. L'on sait toutefois que chez l'espèce américaine, *Sorex palustris*, le fait d'être plongée dans une eau à 12° C entraîne une diminution de la température corporelle à la vitesse de 2° C par minute (CALDER, 1969), sa conductance valant 4,6 fois celle mesurée dans l'air. Chez *Neomys fodiens*, certaines adaptations, liées à son activité aquatique, ont été mises en évidence; ainsi ont été interprétées les franges de poils entre les doigts (HUTTERER, 1985), un sang particulièrement riche en hémoglobine (WOLK, 1974) ou encore un domaine vital de dimensions réduites par rapport aux autres Soricidés (ILLING *et al.*, 1981; VAN BEMMEL & VOESENEK, 1984). Par contre, l'influence de l'immersion de l'animal sur sa température corporelle n'est pas encore connue.

Dès lors, dans le cadre d'une étude portant sur la stratégie énergétique de *Neomys fodiens* (LARDET, 1987), il a semblé intéressant de mesurer sa température corporelle lors de ses activités aquatiques. En effet, si NAGEL (1980, 1985) a montré que la température corporelle de musaraignes aquatiques au repos dans l'air reste constante pour des températures ambiantes comprises entre 2 et 35° C, l'on peut attendre que cela ne soit pas le cas dans l'eau, en raison du meilleur pouvoir conducteur de celle-ci.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les 4 musaraignes aquatiques utilisées dans ce travail ont été capturées dans divers ruisseaux du canton de Vaud. Elles ont été étudiées dans les 3 à 4 jours suivant la capture pour réduire les effets des perturbations liées à la captivité.

La première mesure de la température corporelle est prise avant de déposer l'animal dans une boîte en PVC (dimensions: 40 × 40 × 30 cm) au fond recouvert de sable. Deux à trois centimètres d'eau recouvrent ce fond sablonneux. L'animal est ainsi presque complètement immergé et son activité consiste en de rapides déplacements sur le fond. Après une minute d'immersion, l'animal est repris, sa température corporelle mesurée avant qu'il soit remis dans l'eau. D'autres mesures sont prises après successivement 2, 3 et 4 autres minutes d'immersion, chaque mesure nécessitant 15 à 20 secondes de manipulation de l'animal, alors que 10 secondes sont nécessaires pour la lecture de la température. A la fin de la cinquième mesure, l'animal a son pelage mouillé et ébouriffé: l'expérience est alors arrêtée.

Les appareils utilisés pour les mesures de la température corporelle étaient des téléthermomètres (modèle YSC 42, Kontron, Zurich et modèle BAT-12, Sontek, Clifton, USA) reliés à des sondes rectales NTC (d'un diamètre de 1 mm). La profondeur d'insertion était d'environ 10 mm et la lecture se faisait 10 secondes après l'introduction de la sonde.

## RÉSULTATS

La température corporelle de *Neomys fodiens* diminue régulièrement lorsque l'animal est immergé, proportionnellement à sa durée d'immersion et d'autant plus vite que l'eau est froide (tableau 1). La figure 1 illustre, pour chacune des 3 températures de l'eau, l'évolution de la température corporelle des animaux expérimentés.

TABLEAU 1.

Température corporelle (T°c) de *Neomys fodiens* dans l'eau à différentes températures.

Indiv.	Poids [g]	T° eau [° C]	t° c [° C] temps [minutes]				
			to	+ 1.5	+ 3.0	+ 4.5	+ 6.0
1	13.2	5.5	35.4	34.2	33.9	32.6	30.8
2	15.4		35.2	33.0	32.9	30.4	30.0
3	16.6		37.2	34.8	34.4	33.3	32.4
4	14.3		38.3	37.0	36.5	34.2	34.4
1	13.7	12.0	35.0	34.4	32.2	31.6	32.0
2	15.5		34.9	33.6	33.0	33.7	31.8
3	15.9		36.6	34.5	33.7	32.6	31.5
4	13.6		36.8	36.6	35.9	35.0	33.7
1	13.5	19.0	33.6	33.2	32.5	31.2	32.0
2	15.9		35.2	34.9	34.4	33.8	32.0
3	15.4		37.0	36.0	35.0	34.1	34.4
4	15.3		38.0	36.2	35.9	34.6	33.9

Les relations entre la température corporelle (Tc) et la durée d'immersion (ti) sont linéaires et leurs coefficients de corrélation hautement significatifs ( $P < 0.01$ ). Elles ont pour équations:

$$\text{à } 5.5^{\circ} \text{C (1) } Tc = -0.76 ti + 36.3 \text{ (} r = 0.74 \text{)}$$

$$\text{à } 12^{\circ} \text{C (2) } Tc = -0.58 ti + 35.7 \text{ (} r = 0.74 \text{)}$$

$$\text{à } 19^{\circ} \text{C (3) } Tc = -0.49 ti + 35.9 \text{ (} r = 0.62 \text{)}$$

La vitesse de refroidissement des musaraignes immergées à une température donnée est représentée par la pente de la droite correspondante. Ainsi, à  $5.5^{\circ} \text{C}$ , la température corporelle diminue plus rapidement, d'une manière significative ( $P < 0.05$ ), que dans l'eau à  $19^{\circ} \text{C}$  (test de t entre les pentes des équations (1) et (3)). A  $12^{\circ} \text{C}$ , la situation est intermédiaire et la pente de l'équation (2) ne diffère pas significativement des pentes des 2 autres droites.

## DISCUSSION

La température corporelle «normale» (i.e. au repos dans l'air et pour des températures ambiantes comprises entre  $2$  et  $25^{\circ} \text{C}$  de *Neomys fodiens*) est de  $37.3 \pm 0.7^{\circ} \text{C}$

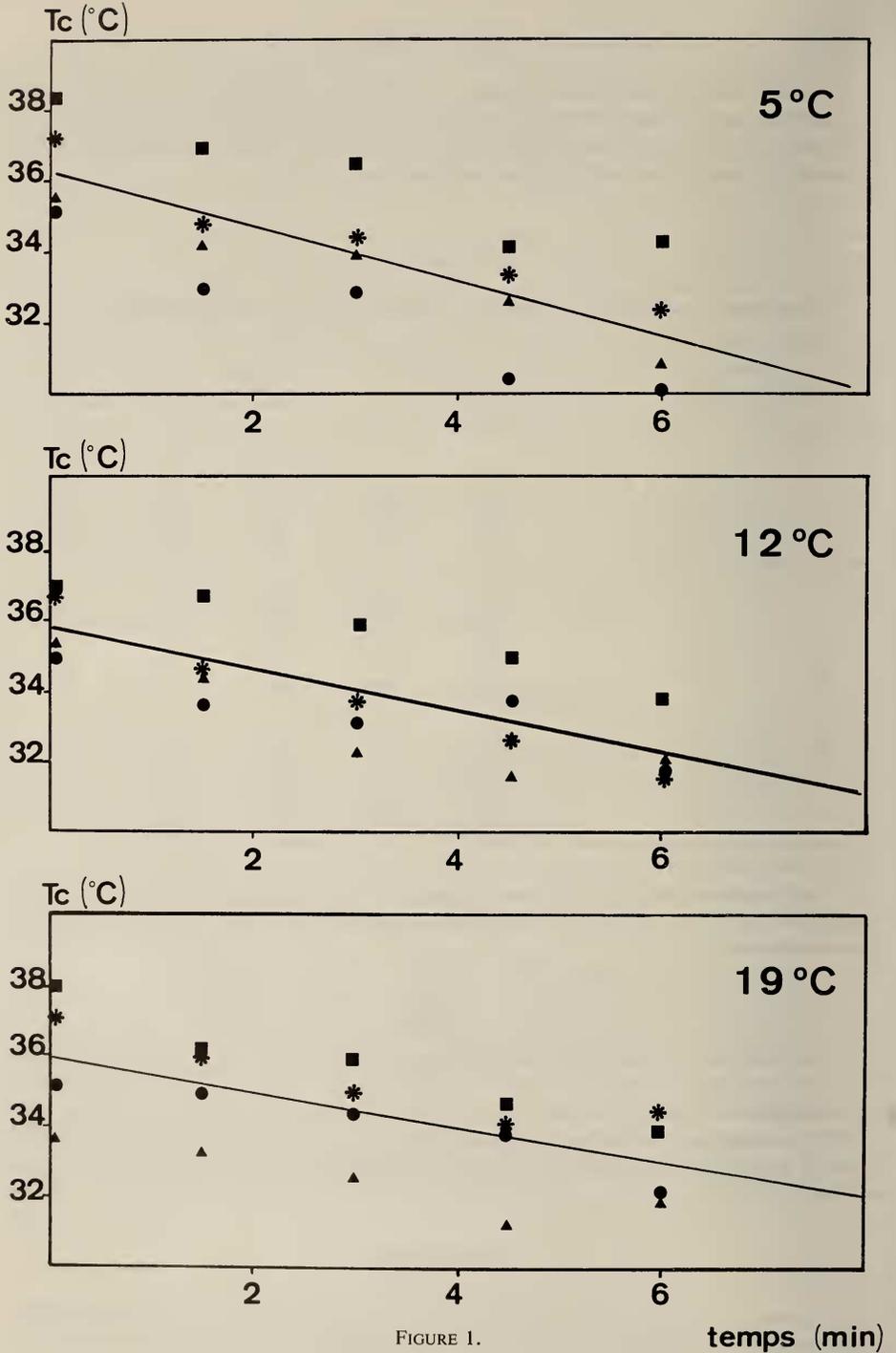


FIGURE 1.

Evolution de la température corporelle de 4 musaraignes aquatiques immergées dans des eaux à différentes températures.

(NAGEL, 1980, 1985). Certaines des valeurs obtenues dans ce travail avant l'immersion sont inférieures, en partie en raison de différences dans la profondeur d'insertion de la sonde rectale. L'immersion a pour conséquence une diminution de la température corporelle, l'écart avec la température initiale dépendant de la température de l'eau et de la durée d'immersion, ce que MACARTHUR (1984) a également observé chez *Ondatra zibethicus*.

La vitesse de refroidissement, donnée par les pentes des droites d'équations (1) à (3), dépend de la température de l'eau: plus celle-ci est froide et plus la température corporelle de *Neomys fodiens* diminue rapidement. Le même phénomène a également lieu pour le rat musqué (MACARTHUR, 1984). CALDER (1969) a quant-à-lui mesuré chez *Sorex palustris* une température corporelle diminuant à la vitesse de 2° C/min dans une eau à 12° C, lors de nages et de plongées forcées, contre 0.6° C/min pour *Neomys* (équation 2). Une différence de conductance, due à une taille inférieure et aux mouvements dans l'eau, explique cette différence avec *N. fodiens*. Malgré un métabolisme probablement élevé, comme chez les autres espèces du même genre, *Sorex palustris* ne produit pas assez de chaleur lors de son activité aquatique pour maintenir sa température corporelle à un niveau normal. Cela se produit également, mais moins rapidement, pour *Neomys fodiens* et pour d'autres mammifères. Ainsi, WILLIAMS (1986) a observé chez *Mustela vison* une diminution de sa température corporelle après quelques minutes de nage (dans une eau à 21° C), la chaleur produite par l'activité ne compensant pas les pertes.

Lors des expériences avec *Neomys fodiens*, le pelage commence à être mouillé au bout de quelques minutes d'immersion. Son pouvoir d'isolation, lié à son étanchéité (HUTTERER & HUERTER, 1981), ne résiste probablement pas à une immersion continue de longue durée (longue par rapport aux 24 secondes que peut durer une plongée dans la nature: SCHLOETH, 1980). On peut toutefois penser que la manipulation de l'animal agit sur la structure du pelage et raccourcit le temps pendant lequel il était isolant. En effet, l'air contenu dans le pelage de *Sorex palustris* double l'isolation de celui-ci lorsque l'animal est immergé (CALDER, 1969).

Plusieurs auteurs (DEHNEL, 1950; PRICE, 1953; SHILLITO, 1963; WEISSENBERGER *et al.*, 1983; LARDET & VOGEL, 1985) ont constaté une forte diminution du nombre de captures de *Neomys fodiens* en hiver. Ce fait est peut-être en rapport avec la rapide hypothermie que provoque l'immersion dans une eau froide. L'hypothermie n'est probablement pas la seule explication à ce phénomène, mais on peut penser que l'efficacité de la recherche de nourriture diminue en hiver et que *Neomys fodiens* soit dès lors moins liée à l'eau pendant cette saison, le coût énergétique de l'activité aquatique étant inférieur aux gains. Cette hypothèse pourrait être examinée *in situ* par des études biotéléométriques, méthode permettant à la fois de mesurer la température corporelle et de localiser l'animal étudié. Cela permettrait de mieux comprendre comment cette espèce se comporte en hiver et comment elle fait face aux problèmes énergétiques liés à cette saison.

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent au professeur Vogel, qui a permis la réalisation de ce travail et en a corrigé le manuscrit, et aux docteurs M. Genoud et R. Arditi pour leurs remarques et leurs suggestions au sujet de celui-ci. L'étude ici décrite fait partie d'une thèse financée en partie par le crédit 3.263.82 du Fonds national suisse.

## RÉSUMÉ

Les températures corporelles ( $T_c$ ) de 4 musaraignes aquatiques (*Neomys fodiens*) ont été mesurées alors qu'elles étaient actives dans l'eau à différentes températures ( $T_e$  à 5, 12 et 19° C). La diminution de  $T_c$  dépend de  $T_e$  et de la durée d'immersion. La vitesse de diminution de  $T_c$  est de 0.8° C/min à 5° C et de 0.5° C/min à 19° C. Le coût plus élevé de l'activité aquatique en hiver, lié à des problèmes de thermorégulation, pourrait expliquer les «disparitions» de musaraignes aquatiques qu'ont remarquées plusieurs auteurs.

## ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden die Körpertemperaturen ( $T_c$ ) von 4 im Wasser aktiven Wasserspitzmäusen (*Neomys fodiens*) gemessen, bei Wassertemperaturen ( $T_e$ ) von 5, 12 und 19° C. Die Erniedrigung der  $T_c$  ist zur Wassertemperatur und der Immersiondauer proportional. Die Erniedrigung der Körpertemperatur entspricht 0.8° C/min bei  $T_e = 5° C$  und 0.5° C/min bei  $T_e = 19° C$ . Die erhöhten energetischen Kosten der Tauchaktivität im Winter, die aus der Thermoregulation resultieren, könnten das von verschiedenen Autoren beobachtete „Verschwinden“ der Wasserspitzmäuse im Winter erklären.

## BIBLIOGRAPHIE

- CALDER, W. E. 1969. Temperature relations and underwater endurance of the smallest homeothermic diver, the water shrew. *Comp. Biochem. Physiol.* 30: 1075-1082.
- DAWSON, T. J. & F. D. FANNING. 1981. Thermal and energetic problems of semiaquatic Mammals: a study of the Australian water rat, including comparisons with the platypus. *Physiol. Zool.* 54: 285-296.
- DEHNEL, A. 1950. Studies on the genus *Neomys* Kaup. *Ann. Univ. M. Curie-Sklod. (Sect. C)* vol. 5: 1-63 (en polonais, avec résumé en anglais).
- HUTTERER, R. 1985. Anatomical adaptations of shrews. *Mammal Rev.* 15: 43-55.
- HUTTERER, R. & T. HUERTER. 1981. Adaptive Haarstrukturen bei Wasserspitzmaus (Insectivora: Soricinae). *Z. Säugetierkunde* 46: 1-11.
- ILLING, K., R. ILLING & R. KRAFT. 1981. Freilandbeobachtungen zur Lebensweise und zum Revierverhalten der Europäischen Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens* (Pennant, 1771). *Zool. Beitr.* 27: 109-122.
- LARDET, J.-P. & P. VOGEL. 1985. Evolution démographique d'une population de musaraignes aquatiques (*Neomys fodiens*) en Suisse romande. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 368: 353-360.
- LARDET, J.-P. 1987. Contribution à l'étude de quelques aspects de la stratégie énergétique de la musaraigne aquatique, *Neomys fodiens* (Mammifères, Insectivores). *Thèse, Université de Lausanne*.
- MACARTHUR, R. A. 1984. Aquatic thermoregulation in the muskrat (*Ondatra zibethicus*): energy demands of swimming and diving. *Can. J. Zool.* 62: 241-248.

- MCNAB, B. K. 1980. On estimating thermal conductance in endotherms. *Physiol. Zool.* 53: 145-156.
- NAGEL, A. 1980. Sauerstoffverbrauch, Temperaturregulation und Herzfrequenz der europäischen Spitzmäusen (Soricidae, Mammalia). *Thèse, Eberhard-Karls-Universität, Tübingen.*
- 1985. Sauerstoffverbrauch, Temperaturregulation und Herzfrequenz der europäischen Spitzmäusen (Soricidae). *Z. Säugetierkunde* 50: 249-266.
- PRICE, M. 1953. The reproduction cycle of the water shrew *Neomys fodiens bicolor*. *Proc. zool. Soc. London* 123: 599-620.
- SCHLOETH, R. 1980. Freilandbeobachtung an der Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens* (Pennant, 1771), im Schweizerischen Nationalpark. *Rev. Suisse Zool.* 87: 937-939.
- SHILLITO, J. F. 1963. Field observations on the water shrew (*Neomys fodiens*). *Proc. zool. Soc. London* 140: 320-322.
- VAN BEMMEL, A. C. & L. A. C. J. VOESENEK. 1984. The home range of *Neomys fodiens* (Pennant, 1771) in the Netherlands. *Lutra* 27: 148-153.
- WEISSENBERGER, T., J.-F. RIGHETTI & P. VOGEL. 1983. Observations de populations marquées de la musaraigne aquatique *Neomys fodiens* (Insectivora, Mammalia). *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 364 (76): 381-390.
- WILLIAMS, T. M. 1986. Thermoregulation of the North american mink during rest and activity in the aquatic environment. *Physiol. Zool.* 59: 293-305.
- WOLK, E. 1974. Variations in hematological parameters of shrews. *Acta Theriol.* 19: 315-346.